NRI

# پهنه‌بندی تلفات با توجه به پارامترهای تاثیرگذار بر مقدار تلفات شبکه توزیع

پژوهشکده توزیع برق

تیر ماه ۱۳۹۷

www.nri.ac.ir

# فهرست مطالب


بخش اول — مقدمه‌ای بر شاخص‌های ذاتی تاثیرگذار بر تلفات شبکه توزیع

بخش دوم — نمونه‌ای از اطلاعات پارامترهای تاثیرگذار بر تلفات شبکه توزیع

بخش سوم — رویه تعیین ارتباط منطقی میان پارامترهای تاثیرگذار بر تلفات

بخش چهارم — رویه ناحیه‌بندی تلفات

# بخش اول

## مقدمه‌ای بر شاخص‌های ذاتی تاثیرگذار بر تلفات شبکه توزیع

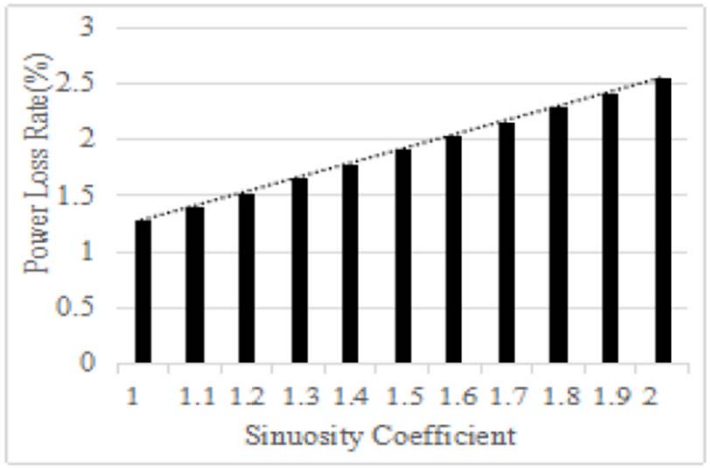
# مقدمه

اولین قدم در شناسایی نقطه مطلوب تلفات در شبکه توزیع، دانستن شاخص‌های تاثیرگذار در تلفات (شاخص‌های ذاتی) می‌باشد.

با در اختیار داشتن این شاخص‌ها این امکان بوجود می‌آید که براساس مقادیر مختلف از این شاخص‌ها، بتوان محدوده مناسب و مطلوب تلفات برای شبکه‌های مختلف را تعیین نمود و سپس بر اساس دسته‌بندی مناسب برای محدوده‌های تلفات، نواحی مشخصی را برای تلفات شبکه توزیع ایجاد نمود.

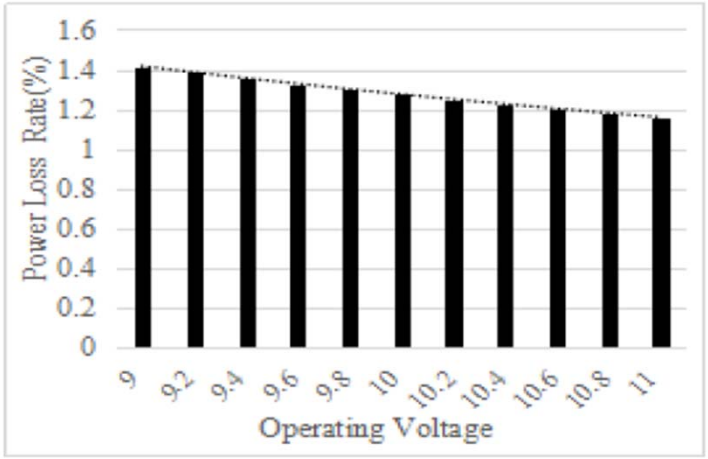
# مرجع (۱)

## ضریب انحراف از مسیر مستقیم خط



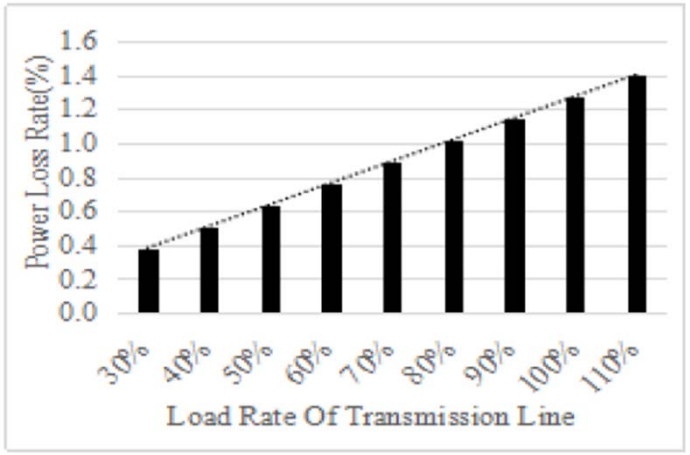

Influence curve of line length

## سطح ولتاژ



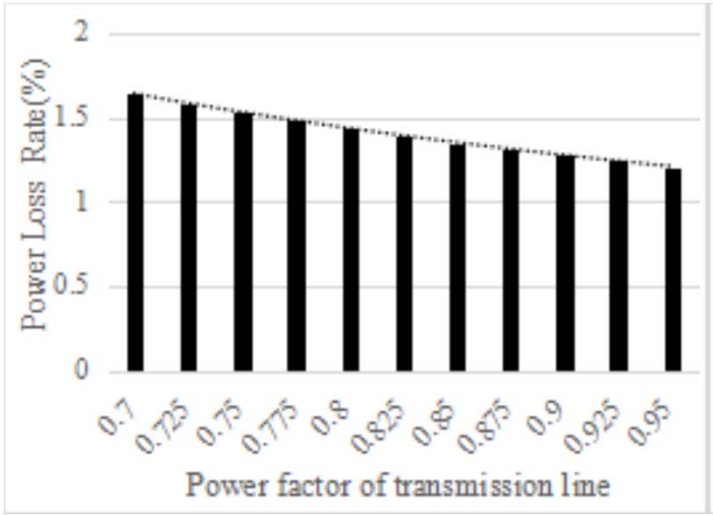

Influence curve of operating voltage

## بارگذاری خط




Influence curve of transmission line load rate

## ضریب توان



# مرجع (۲)

- مطابق این مرجع نیز هرچه تراکم بار بیشتر شود، مقدار تلفات کمتر خواهد شد.
- همچنین هرچه سطح ولتاژ کاهش یابد، مقدار تلفات نیز افزایش خواهد یافت.

TABLE 3 THE VALUE OF LOSS BENCHMARK BASED ON VOLTAGE MODE
220/110/35/10KV

| $\mu$ (MW/km$^2$) | 0.1 | 1 | 6 | 15 | 30 |
|---|---|---|---|---|---|
| 110kV loss rate | 1.25% | 0.73% | 0.57% | 0.51% | 0.48% |
| 35kV loss rate | 2.03% | 1.16% | 0.82% | 0.71% | 0.65% |

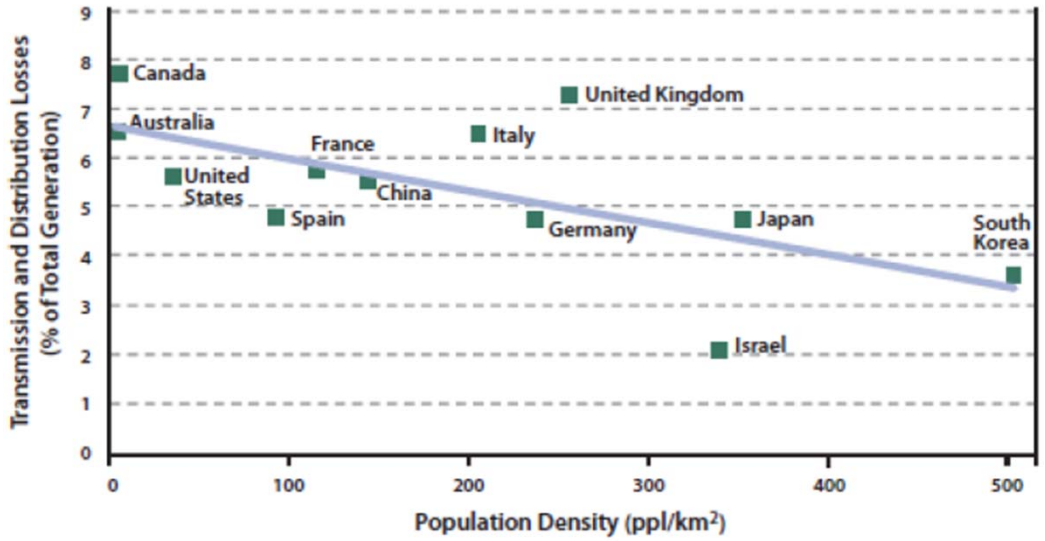
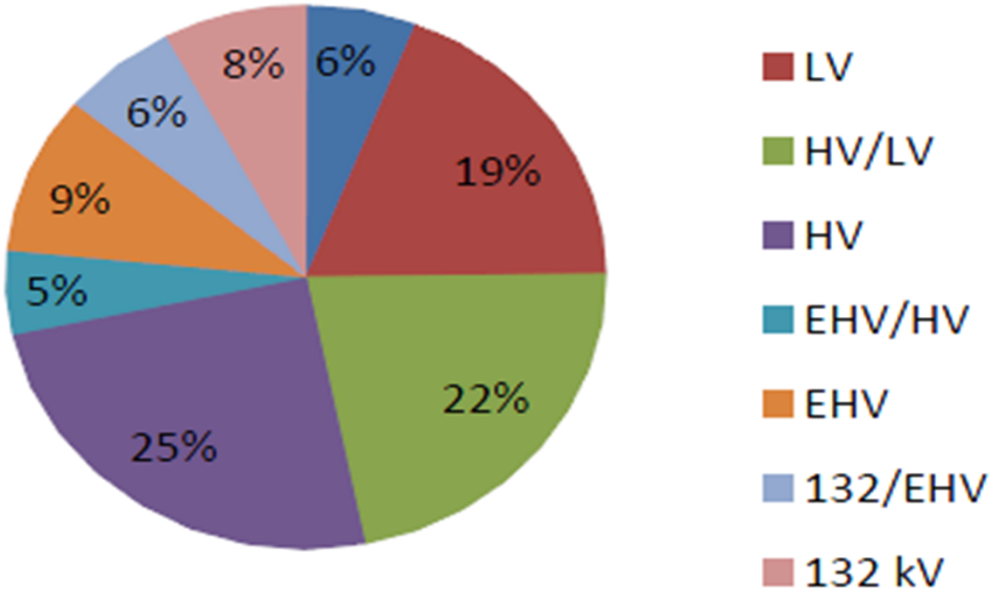


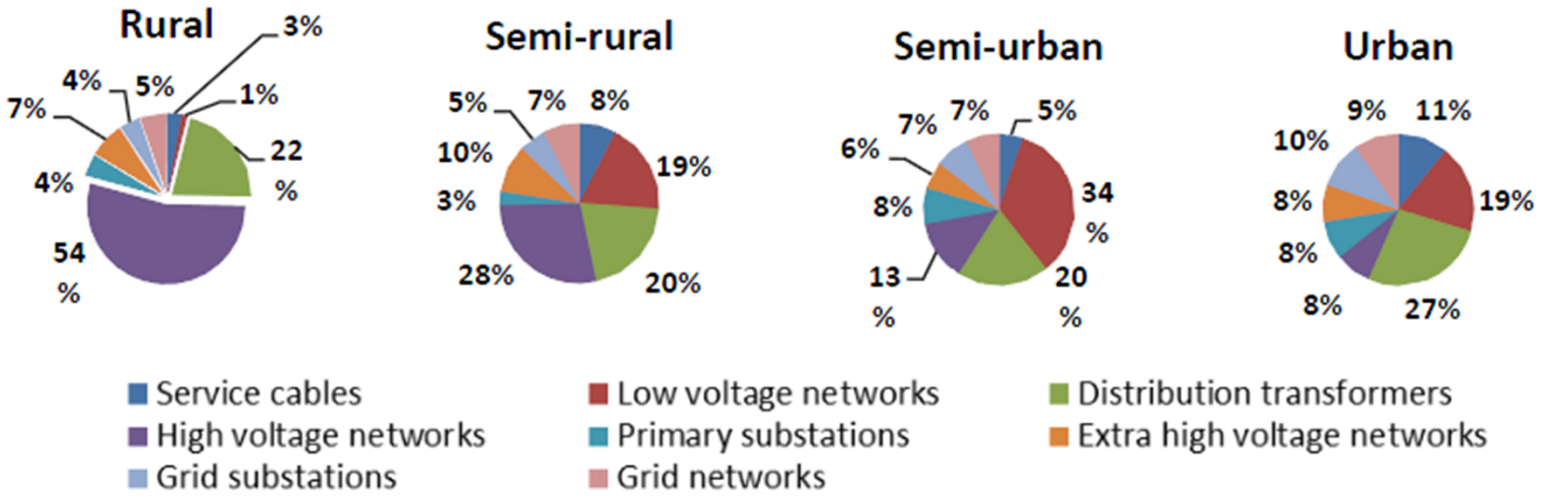

Figure 6 - Transmission and distribution losses for selected countries, 2008 [10]

مطابق این شکل مشاهده می‌شود هرچه تراکم جمعیت بیشتر شود، تلفات شبکه توزیع کاهش می‌یابد.

# مرجع (۳)

| Network Type | Losses |
|---|---|
| Rural | 6.0% - 9.1% |
| Semi-rural | 5.8% - 8.2% |
| Semi-urban | 4.9% - 6.4% |
| Urban | 4.2% - 4.9% |



# تحلیل مرجع (۳)

در شبکه روستایی، تلفات شبکه LV بسیار پایین است که این بدلیل فیدرهای کوتاهتر و پایین بودن مصرف مشترکین روستایی می‌باشد.

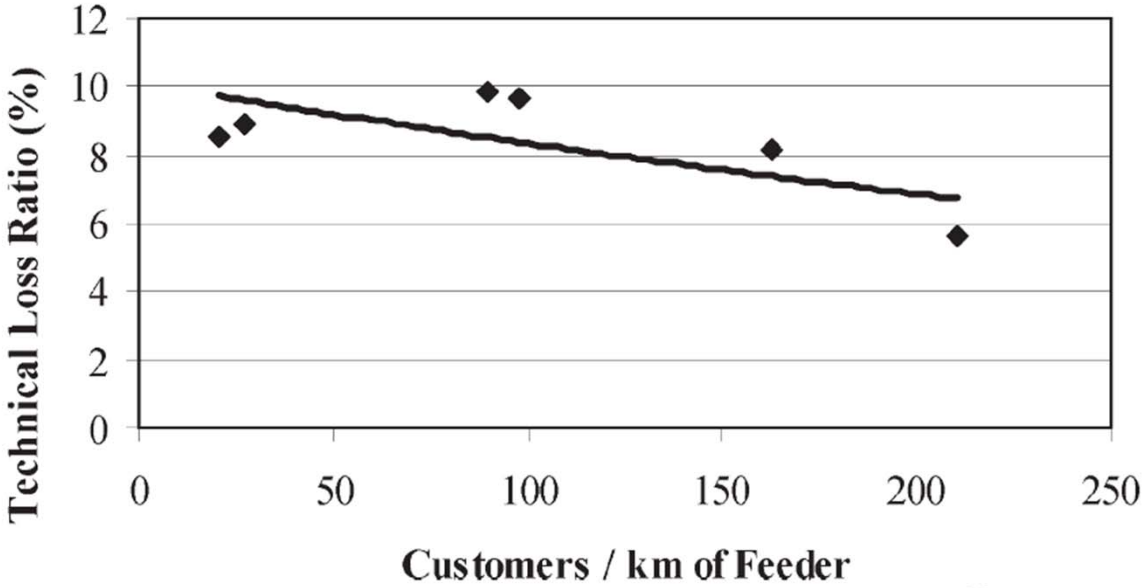
در این شبکه‌ها، تلفات ترانسفورماتورهای توزیع بیشترین مقدار را دارد که این بدلیل کوچک بودن ظرفیت آنها و نتیجتاً سهم بیشتر تلفات بی‌باری می‌باشد.

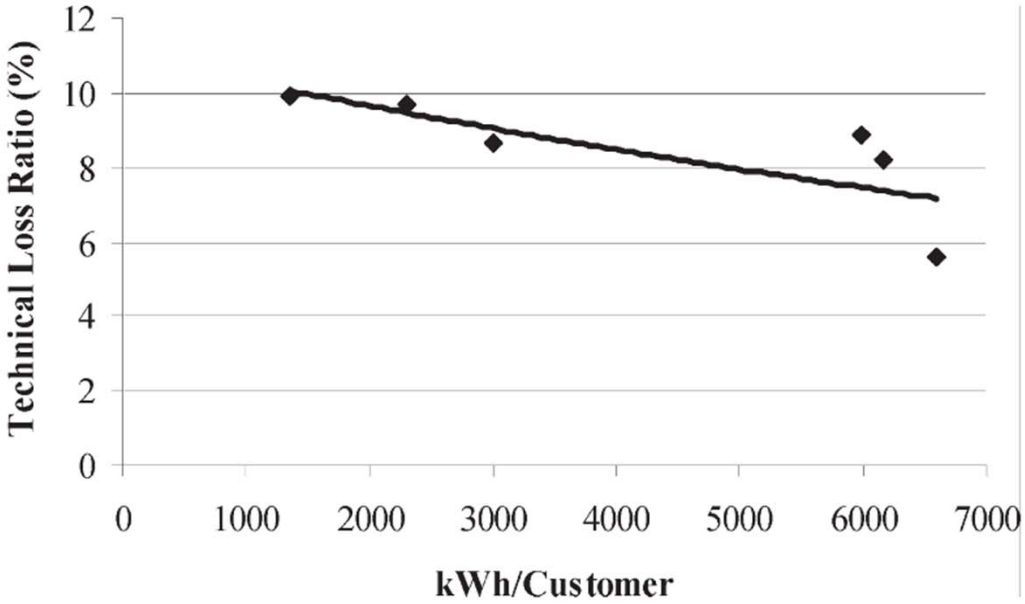
در شبکه‌های شهری، فیدرهای HV و LV کوتاهتر هستند، لذا با توجه به تعداد بالای ترانسها، تلفات ترانسفورماتورهای توزیع بالا می‌باشد.

تلفات در شبکه‌های شهری به مراتب پایین‌تر از شبکه‌های روستایی است.

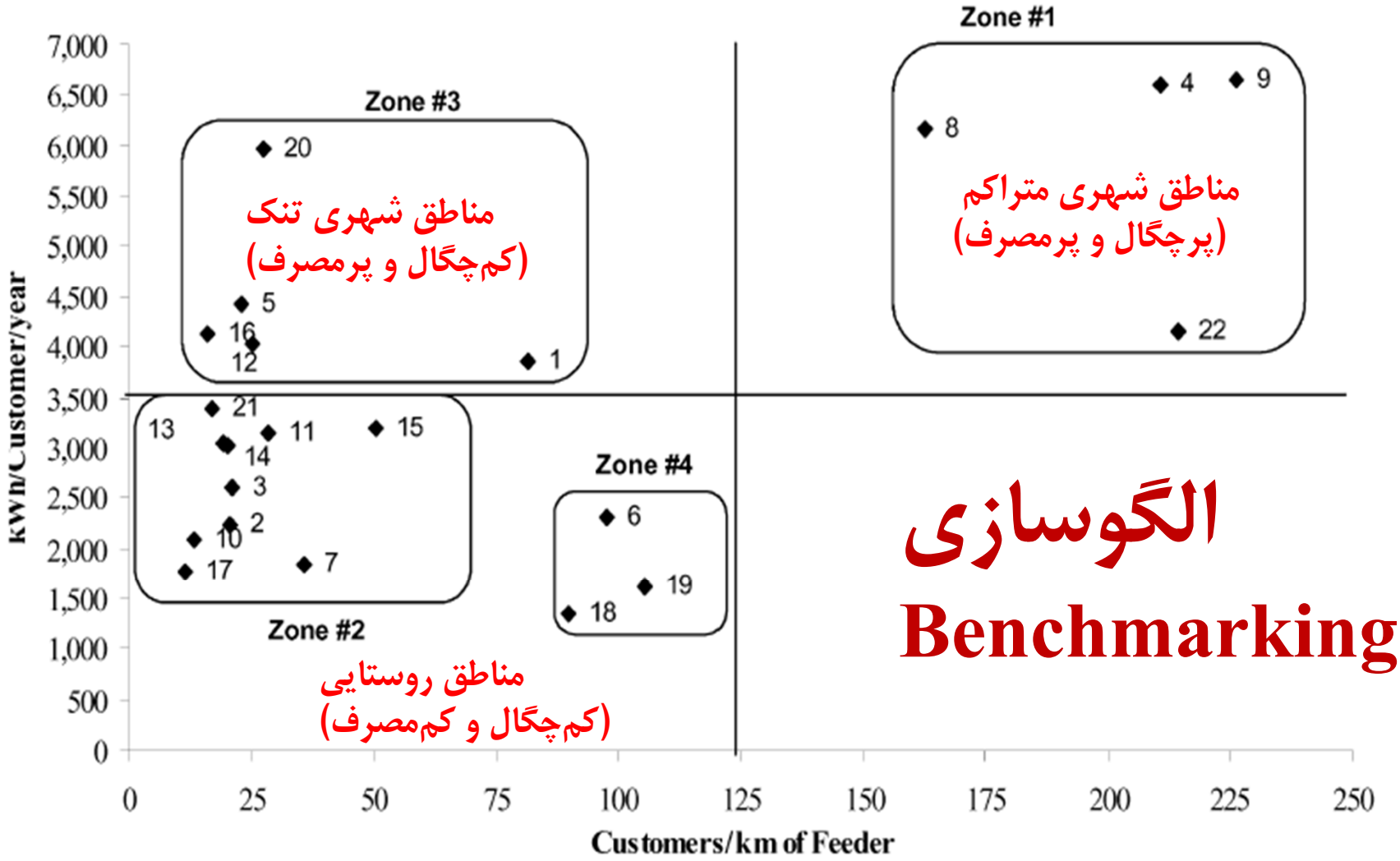
تلفات در شبکه‌های شهری به مراتب پایین‌تر از شبکه‌های روستایی است.

# مرجع (۴)


Technical Loss Ratio (%)
12
10
8
6
4
2
0
0
50
100
150
200
250
Customers / km of Feeder


Technical Loss Ratio (%)
12
10
8
6
4
2
0
0
1000
2000
3000
4000
5000
6000
7000
kWh/Customer

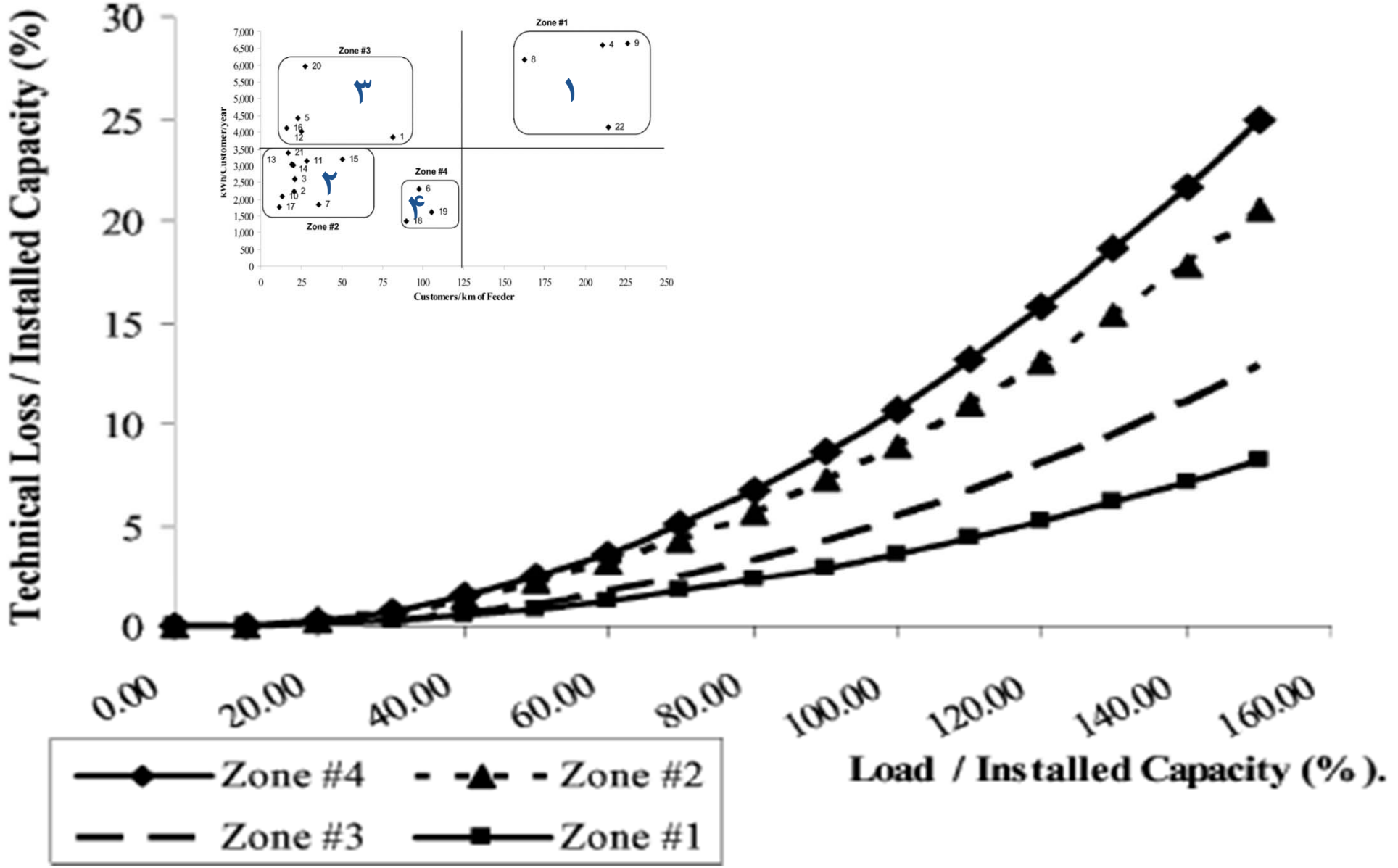
# مرجع (۴)




## الگوسازی
## Benchmarking

In this example, it turned out that four clusters were sufficient to divide the space of 22 regions into coherent groups (or zones).

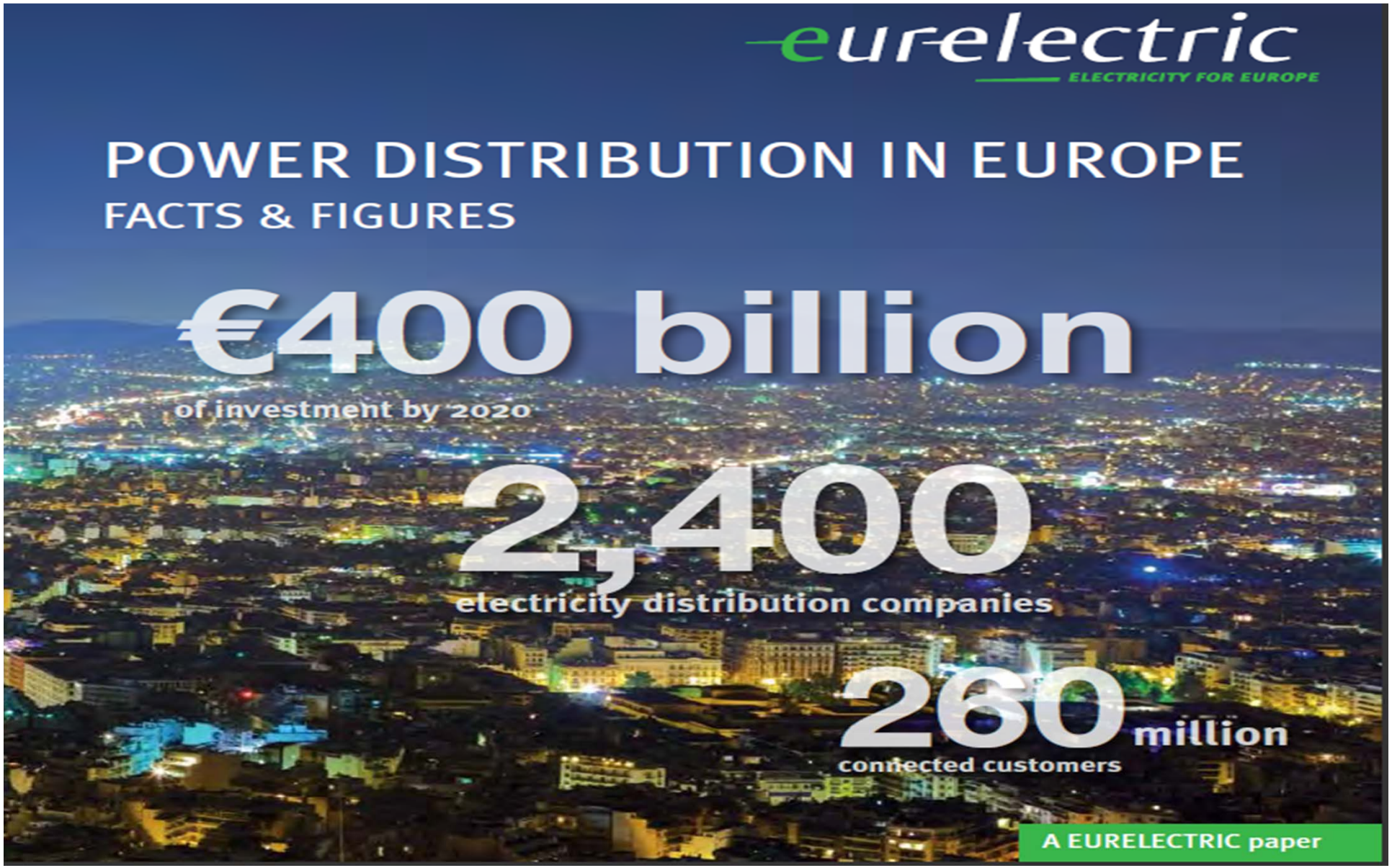
# مرجع (۴)


Technical Loss / Installed Capacity (%)
30
25
20
15
10
5
0
0.00
20.00
40.00
60.00
80.00
100.00
120.00
140.00
160.00
Load / Installed Capacity (%).
Zone #4
Zone #2
Zone #3
Zone #1
Zone #1
Zone #3
Zone #2
Zone #4
۱
۲
۳
۴
kWh/Customer/year
Customers/km of Feeder

# بخش دوم

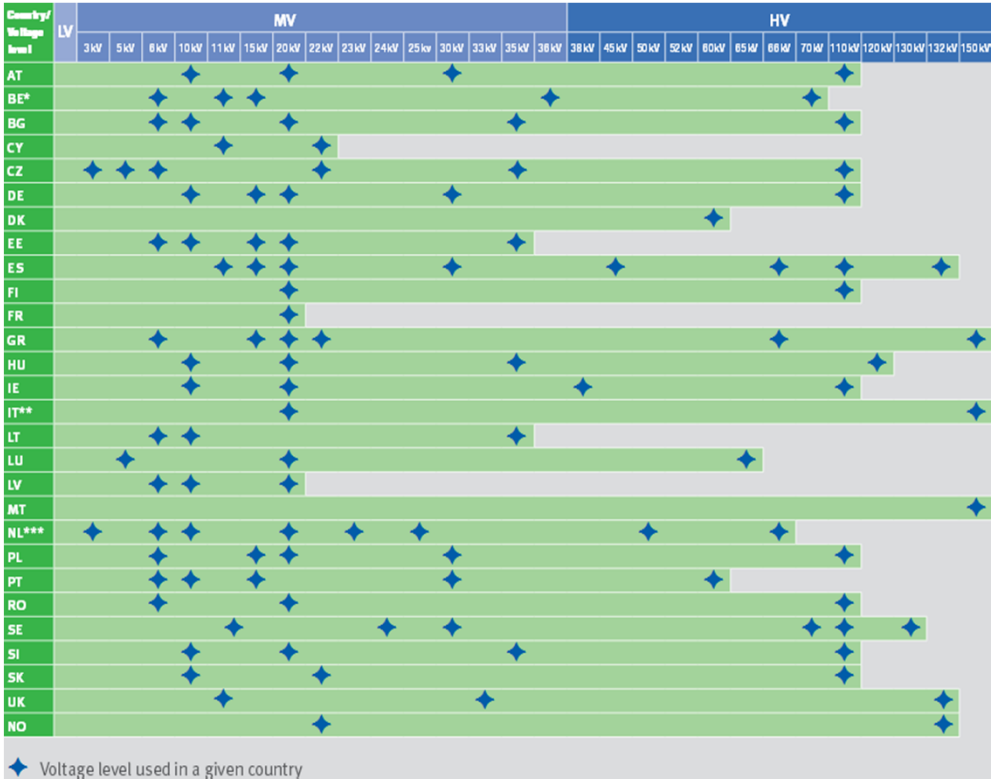
# نمونه‌ای از اطلاعات ذاتی تاثیرگذار بر تلفات شبکه توزیع

# مرجع اصلی مطالعات

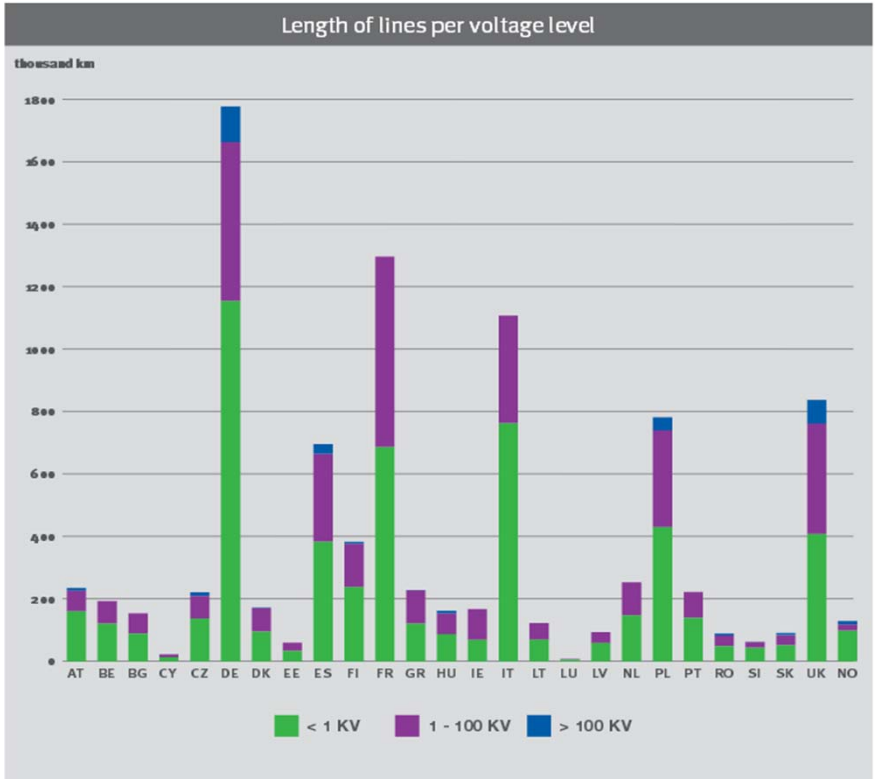


# اطلاعات شبکه توزیع کشورهای اروپایی

## سطح ولتاژ

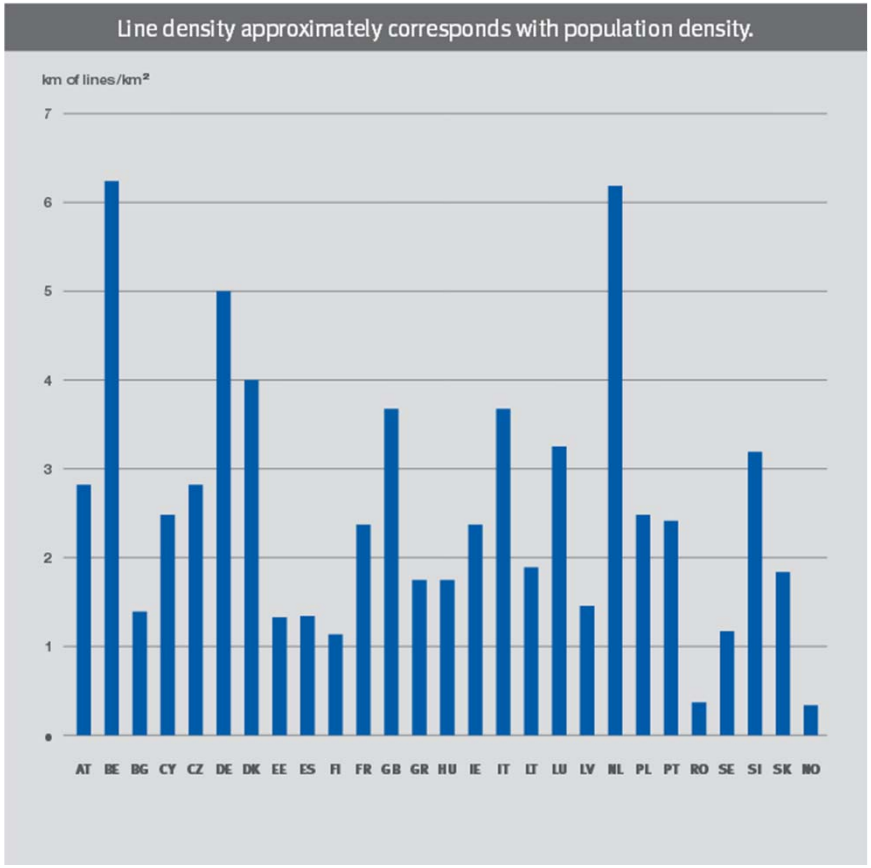



## سهم خطوط با ولتاژهای مختلف

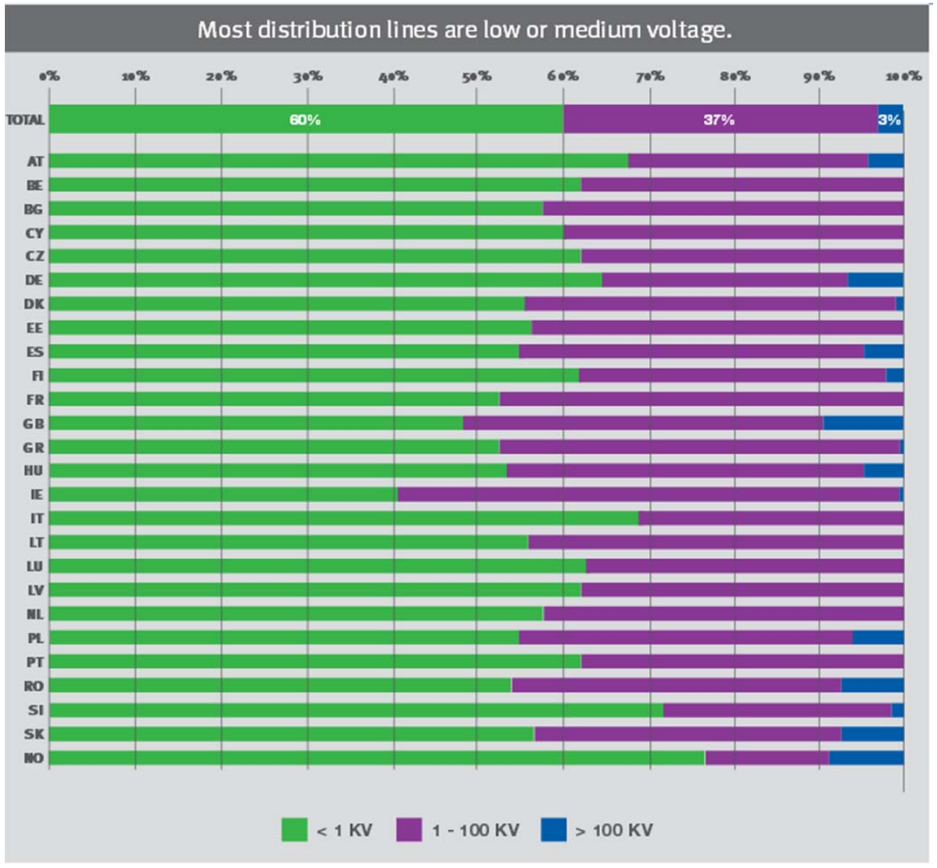


# اطلاعات شبکه توزیع کشورهای اروپایی

## نسبت km/km2




## درصد طول خطوط با توجه به سطح ولتاژ



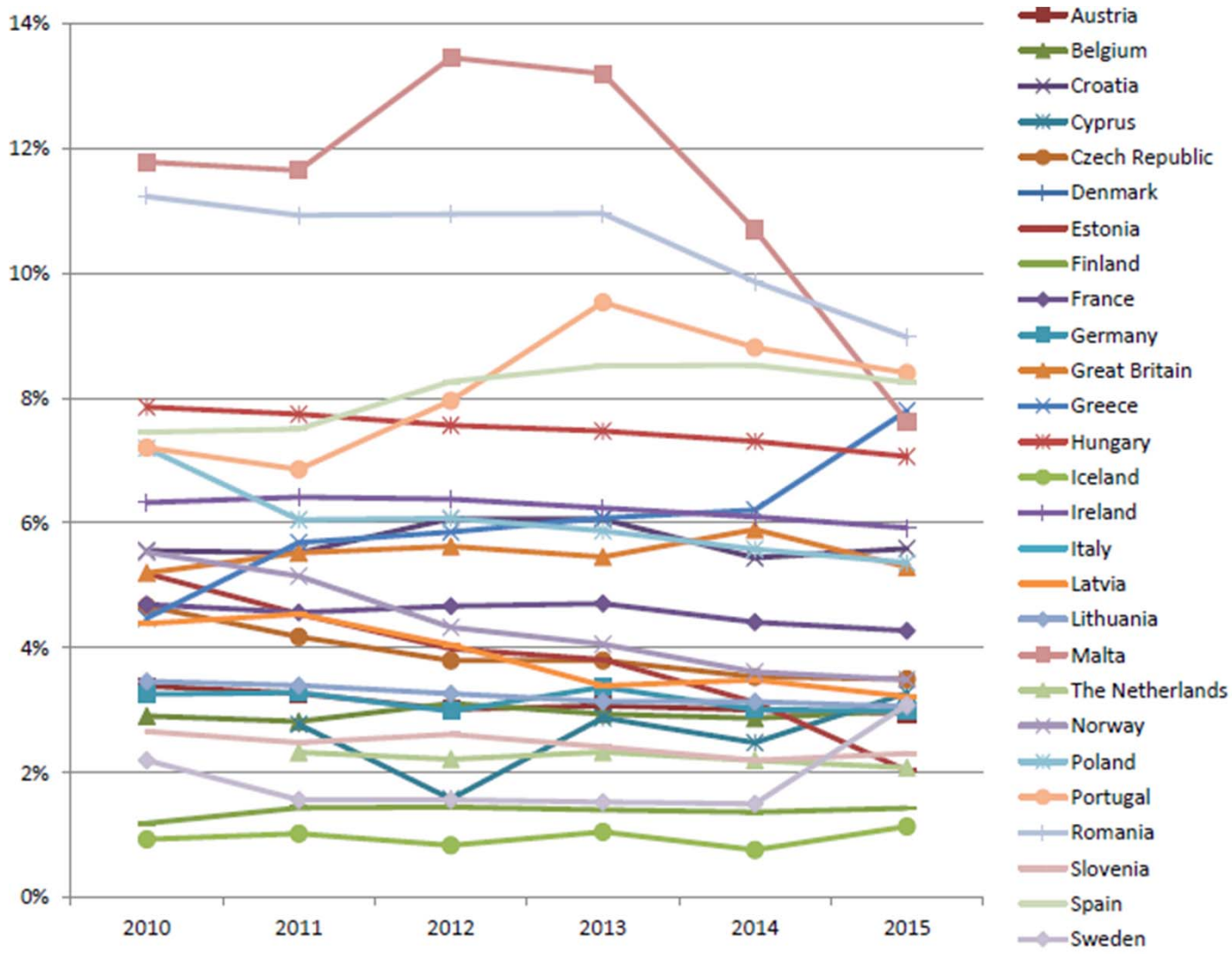
# اطلاعات شبکه توزیع کشورهای اروپایی

## دیگر اطلاعات شبکه توزیع

| Country | Number of DSOs 1997 | Number of DSOs 2003 | Number of DSOs 2010 | Number of DSOs 2011 | Number of DSOs with ≥ 100.000 customers | Total Number of Connected Customers | < 1 kV Customers (LV) | 1- 100 kV Customers | > 100 kV Customers | Total distributed power (TWh) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| AT | 137 | 137 | 138 | 138 | 13 | 5,870,000 | 5,700,000 | 150,000 | 100 | 61 |
| BE | 36 | 29 | 26 | 24 | 15 | 5,243,796 | 5,178,890 | 64,906 | 0 | 55 |
| BG | | 8 | 4 | 4 | 3 | 4,915,497 | 4,909,374 | 6,123 | 0 | 26 |
| CY | | | 1 | 1 | 1 | 535,050 | 512,972 | 646 | 0 | 5 |
| CZ | 8 | 8 | 3 | 3 | 3 | 5,837,119 | 5,812,727 | 24,258 | 134 | 65 |
| DE | 1000 | 900 | 896 | 880 | 75 | 49,294,962 | n.a. | n.a. | n.a. | 511 |
| DK | 211 | 119 | 76 | 72 | 6 | 3,277,000 | n.a. | n.a. | n.a. | 33 |
| EE | | | 36 | | 1 | 652,000 | 651,000 | 1,000 | 0 | 8 |
| ES | 540 | | 349 | | 5 | 27,786,798 | 27,682,771 | 103,630 | 397 | 278 |
| FI | 115 | 93 | 85 | | 7 | 3,309,146 | 3,305,268 | 3,761 | 117 | 60 |
| FR | | | 158 | | 5 | 33,999,393 | 33,903,690 | 95,703 | 0 | 384 |
| GR | | | 2 | 2 | 1 | 8,195,725 | 8,184,378 | 11,347 | 0 | 45 |
| HU | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | 5,527,463 | 5,520,991 | 6,334 | 138 | 37 |
| IE | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2,237,232 | 2,235,681 | 1,545 | 6 | 23 |
| IT | 200 | 195 | 135 | 144 | 2 | 31,423,623 | 31,331,656 | 90,949 | 1,018 | 264 |
| LT | 1 | 2 | 2 | 1 | 1 | 1,571,789 | 1,570,584 | 1,205 | 0 | 9 |
| LU | 12 | 11 | 8 | 6 | 1 | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. | 5 |
| LV | | | 11 | 11 | 1 | 873,856 | 872,930 | 926 | 0 | 7 |
| NL | | 10 | 8 | 11 | 8 | 8,110,000 | n.a. | n.a. | n.a. | 109 |
| PL | 33 | 27 | 188 | 184 | 5 | 16,478,000 | 16,456,000 | 31,000 | 300 | 133 |
| PT | 4 | 1 | 13 | 13 | 3 | 6,137,611 | 6,113,839 | 23,772 | 0 | 52 |
| RO | 1 | 8 | 8 | | 8 | 2,639,318 | 2,633,625 | 5,602 | 91 | 54 |
| SE | 230 | 190 | 170 | 173 | 6 | 5,309,000 | 5,300,000 | 9,000 | n.a. | n.a. |
| SI | 2 | 5 | 1 | | 1 | 925,275 | 820,000 | 105,275 | 2 | 11 |
| SK | 4 | 4 | 3 | 3 | 3 | 2,392,418 | 2,379,672 | 12,664 | 82 | 20 |
| UK | 12 | 8 | 7 | 7 | 7 | 30,828,266 | n.a. | n.a. | n.a. | 326 |
| NO | 200 | 157 | 150 | 155 | 7 | n.a. | n.a. | n.a. | n.a. | 118 |

# اطلاعات شبکه توزیع کشورهای اروپایی

## مقدار تلفات کشورهای اروپایی



# شاخص‌های تاثیرگذار بر تلفات بر اساس گزارش اروپا

- سطح (سطوح) ولتاژ شبکه توزیع (kV)
- نسبت طول خطوط فشارضعیف به طول کل خطوط (٪)
- نسبت طول خطوط به سطح تغذیه شبکه ($km/km^2$)
- نسبت انرژی مصرفی بر طول خطوط (TWH/km)
- تعداد ترانسفورماتورهای توزیع

دقت شود نظر این نیست که تنها این پنج پارامتر به عنوان شاخص‌های اصلی بر تلفات شبکه معرفی گردند. بلکه با توجه به اطمینان از اثرگذاری این شاخص‌ها بر تلفات، در نظر است رویه موردنظر برای تعیین رابطه معناداری تلفات بر اساس این شاخص‌ها تبیین تا در ادامه بستر لازم برای مطالعات جامع در این خصوص فراهم گردد.

# جمع‌بندی این بخش

در بخش اول نمونه‌ای از پارامترهای تاثیرگذار بر تلفات شبکه توزیع که در مراجع بررسی شده بودند، معرفی شد.

کشورهای اروپایی از نظر شاخص‌های اقلیمی تقریبا شبیه به هم هستند. تفاوت اصلی آنها در شاخص‌های ذاتی شبکه توزیع می‌باشد. لذا یک نمونه مناسب جهت صحت سنجی رویه تعیین نقطه مطلوب تلفات و پهنه‌بندی تلفات، اطلاعات این شبکه می‌باشد.

با توجه به اینکه در ایران نیز این تفاوت‌های ذاتی در شبکه‌های توزیع در پهنه‌های مختلف وجود دارد، لذا می‌توان انتظار داشت با جمع‌آوری اطلاعات مشابه، روند تاثیرگذاری شاخص‌های ذاتی بر تلفات را تحقیق و مدلسازی گردد.

# بخش سوم

# رویه تعیین ارتباط منطقی میان پارامترهای تاثیرگذار بر تلفات

# ارتباط منطقی میان پارامترهای تاثیرگذار و تلفات شبکه توزیع

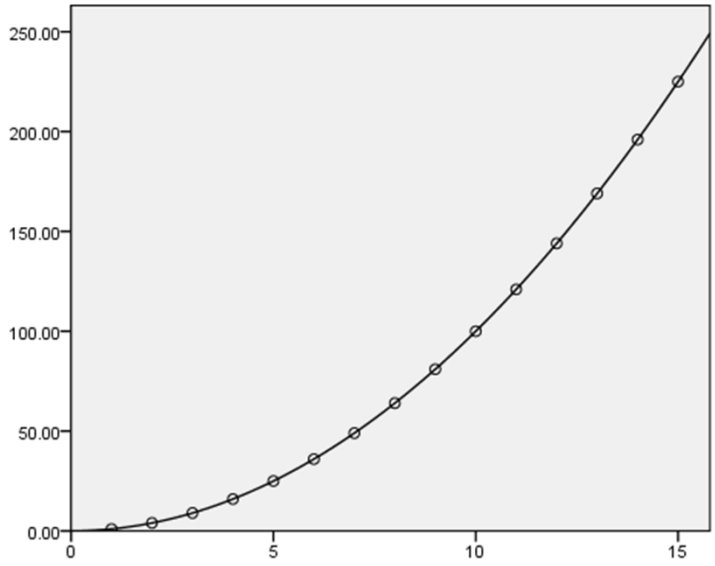
*Untitled2 [DataSet1] - SPSS Data Editor

File Edit View Data Transform Analyze Graphs Utilities Add-ons Window Help

13 :

| | VAR00001 | VAR00002 | var | var | var | var |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 1.00 | 1.00 | | | | |
| 2 | 4.00 | 2.00 | | | | |
| 3 | 9.00 | 3.00 | | | | |
| 4 | 16.00 | 4.00 | | | | |
| 5 | 25.00 | 5.00 | | | | |
| 6 | 36.00 | 6.00 | | | | |
| 7 | 49.00 | 7.00 | | | | |
| 8 | 64.00 | 8.00 | | | | |
| 9 | 81.00 | 9.00 | | | | |
| 10 | 100.00 | 10.00 | | | | |
| 11 | 121.00 | 11.00 | | | | |
| 12 | 144.00 | 12.00 | | | | |
| 13 | 169.00 | 13.00 | | | | |
| 14 | 196.00 | 14.00 | | | | |
| 15 | 225.00 | 15.00 | | | | |
| 16 | | | | | | |

$$P = RI^2$$




Dependent Variable:VAR00001

| Equation | Model Summary | | | | | Parameter Estimates | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | R Square | F | df1 | df2 | Sig. | Constant | b1 | b2 |
| Quadratic | 1.000 | . | 1 | 13 | . | .000 | .000 | 1.000 |

| Model | | Sum of Squares | df | Mean Square | F | Sig. |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | Regression | 71680.000 | 1 | 71680.000 | 225.882 | .000[a] |
| | Residual | 4125.333 | 13 | 317.333 | | |
| | Total | 75805.333 | 14 | | | |

# ارتباط منطقی میان پارامترهای تاثیرگذار و تلفات شبکه توزیع

در یک نگرش کلی و تحلیل منطقی می‌توان گفت:

تلفات شبکه توزیع ↑

سطح ولتاژ نامی ↓ → تلفات شبکه توزیع ↑

---

تلفات شبکه توزیع ↑ → نسبت طول خطوط فشارضعیف به طول کل خطوط شبکه ↑

---

وابسته به چگالی بار

تلفات شبکه توزیع ↓↑ → چگالی خطوط ↑

---

تلفات شبکه توزیع ↑ → نسبت انرژی مصرفی بر طول خطوط ↑

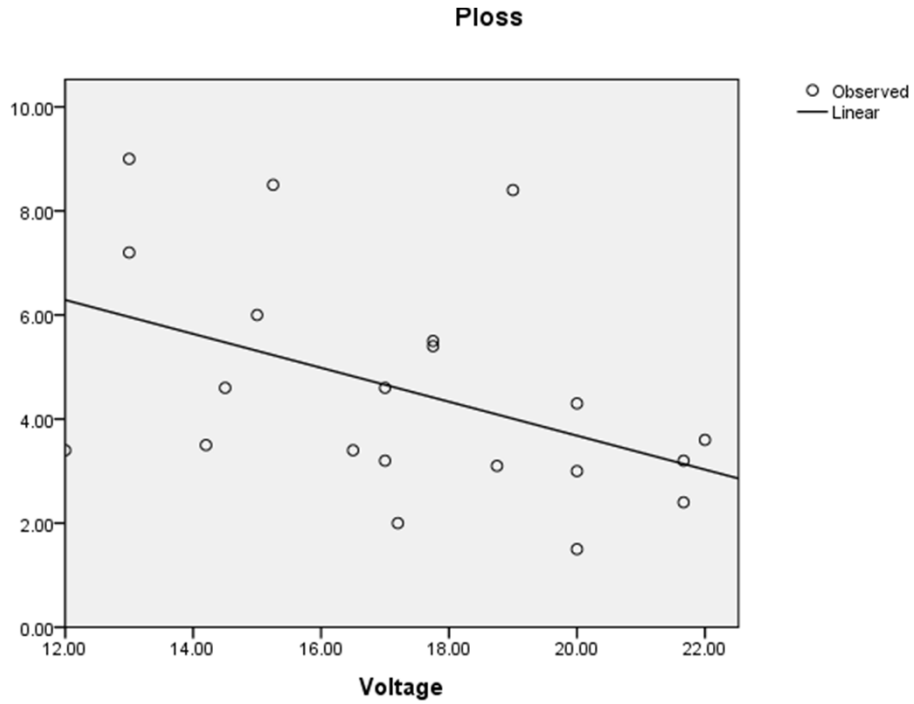
---

وابسته به چگالی بار

تلفات شبکه توزیع ↑↓ → تعداد ترانس‌های توزیع ↑

# ارتباط منطقی میان پارامترهای تاثیرگذار و تلفات شبکه توزیع

## تاثیر سطح ولتاژ فشار متوسط بر روی تلفات شبکه توزیع




| R Square | R | |
|---|---|---|
| **0.203** | 0.451 | رابطه خطی |

**ANOVA[b]**

| Model | | Sum of Squares | df | Mean Square | F | Sig. |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | Regression | 19.158 | 1 | 19.158 | 4.846 | .040[a] |
| | Residual | 75.112 | 19 | 3.953 | | |
| | Total | 94.270 | 20 | | | |

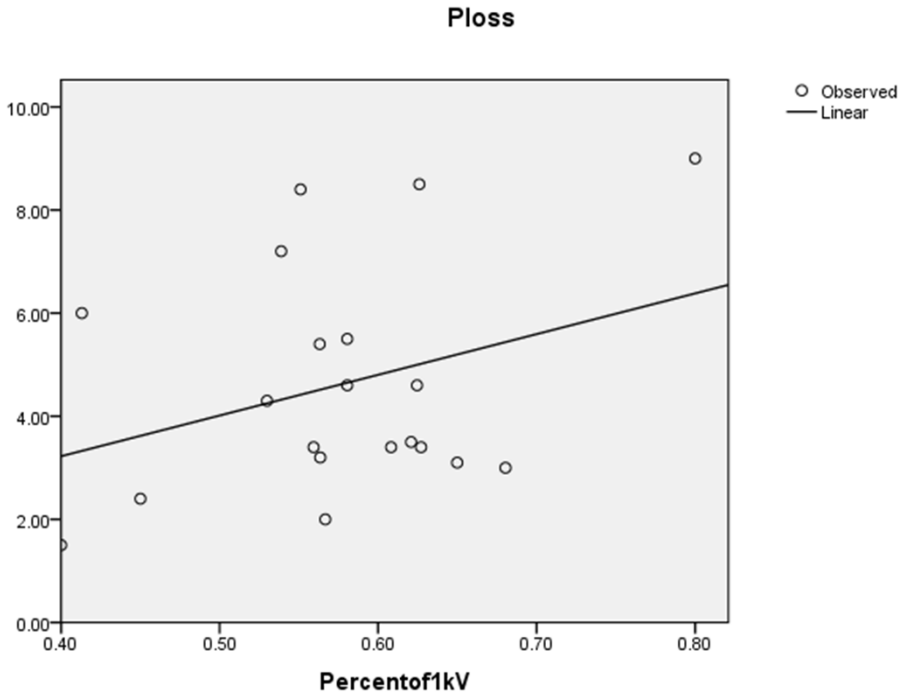
a. Predictors: (Constant), Voltage

b. Dependent Variable: Ploss

ارتباط بین تلفات شبکه توزیع و سطح ولتاژ فشار متوسط معنادار بوده و می‌توان از این پارامتر به عنوان شاخص ذاتی برای تلفات شبکه توزیع بهره برد.

# ارتباط منطقی میان پارامترهای تاثیرگذار و تلفات شبکه توزیع

## تاثیر نسبت طول خطوط فشار ضعیف (LV) به طول کل خطوط شبکه توزیع بر روی تلفات شبکه توزیع




| R Square | R | |
|---|---|---|
| **0.210** | 0.458 | رابطه خطی |

**ANOVA[b]**

| Model | | Sum of Squares | df | Mean Square | F | Sig. |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | Regression | 19.501 | 1 | 19.501 | 4.791 | .042[a] |
| | Residual | 73.271 | 18 | 4.071 | | |
| | Total | 92.772 | 19 | | | |

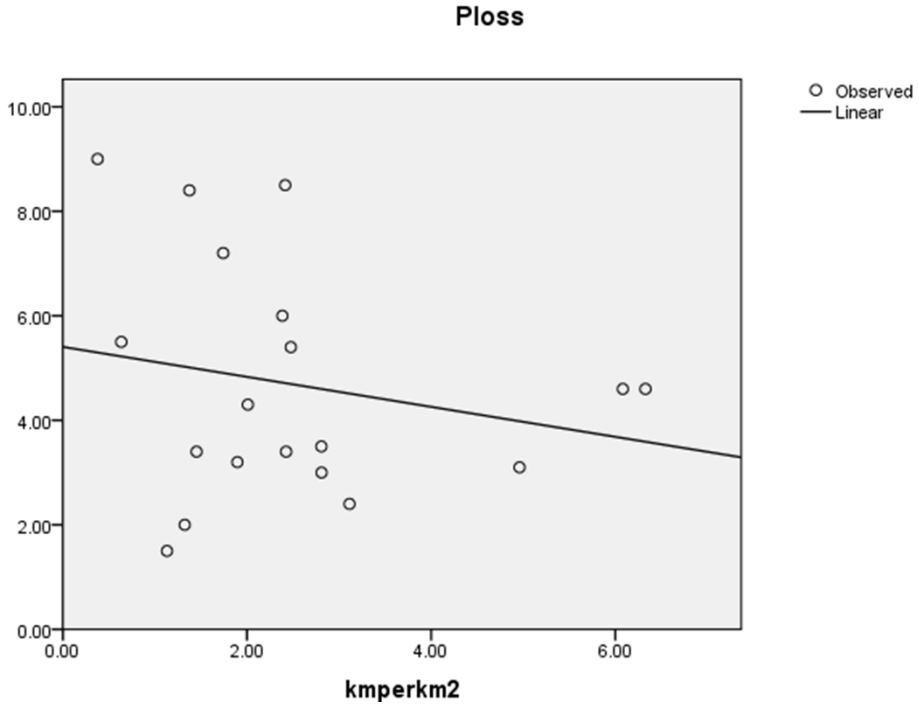
a. Predictors: (Constant), Percentof1kV

b. Dependent Variable: Ploss

ارتباط بین تلفات شبکه توزیع و سطح ولتاژ فشار متوسط معنادار بوده و می‌توان از این پارامتر به عنوان شاخص ذاتی برای تلفات شبکه توزیع بهره برد.

# ارتباط منطقی میان پارامترهای تاثیرگذار و تلفات شبکه توزیع

## تاثیر نسبت طول فیدر به سطح تغذیه ($km/km^2$) بر روی تلفات شبکه توزیع




| R Square | R | |
|---|---|---|
| **0.044** | 0.210 | رابطه خطی |

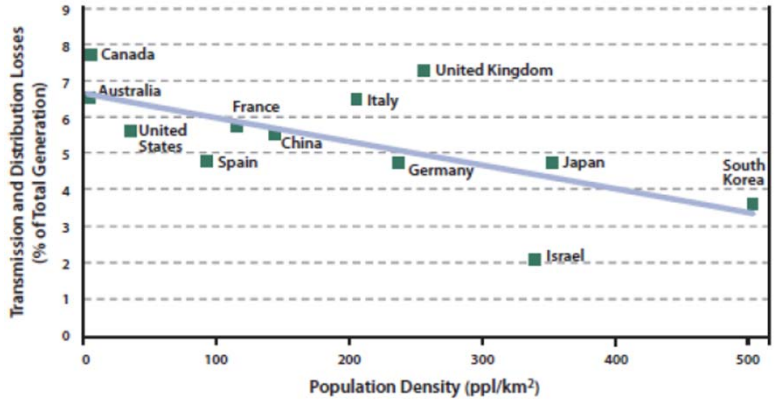



Figure 6 - Transmission and distribution losses for selected countries, 2008 [10]

**ANOVA[b]**

| Model | | Sum of Squares | df | Mean Square | F | Sig. |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | Regression | 4.026 | 1 | 4.026 | .785 | .388[a] |
| | Residual | 87.179 | 17 | 5.128 | | |
| | Total | 91.205 | 18 | | | |

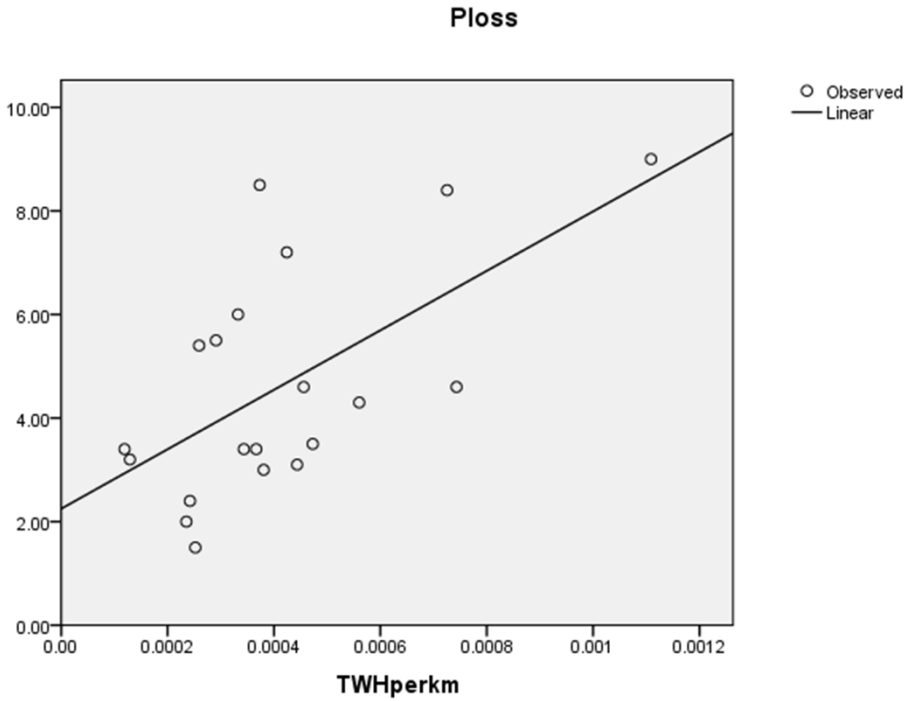
a. Predictors: (Constant), kmperkm2

b. Dependent Variable: Ploss

در اینجا مشاهده می‌شود که مقدار شاخص Sig. به مراتب بیش از ۰.۰۵ می‌باشد (۰.۳۸۸) که نشان از بی معنی بودن ارتباط بین مقادیر می‌باشد.

# ارتباط منطقی میان پارامترهای تاثیرگذار و تلفات شبکه توزیع

## تاثیر نسبت انرژی مصرفی به طول فیدر بر روی تلفات شبکه توزیع




| R Square | R | |
|---|---|---|
| **0.365** | 0.604 | رابطه خطی |

**ANOVA**[b]

| Model | | Sum of Squares | df | Mean Square | F | Sig. |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | Regression | 33.869 | 1 | 33.869 | 10.350 | .005[a] |
| | Residual | 58.903 | 18 | 3.272 | | |
| | Total | 92.772 | 19 | | | |

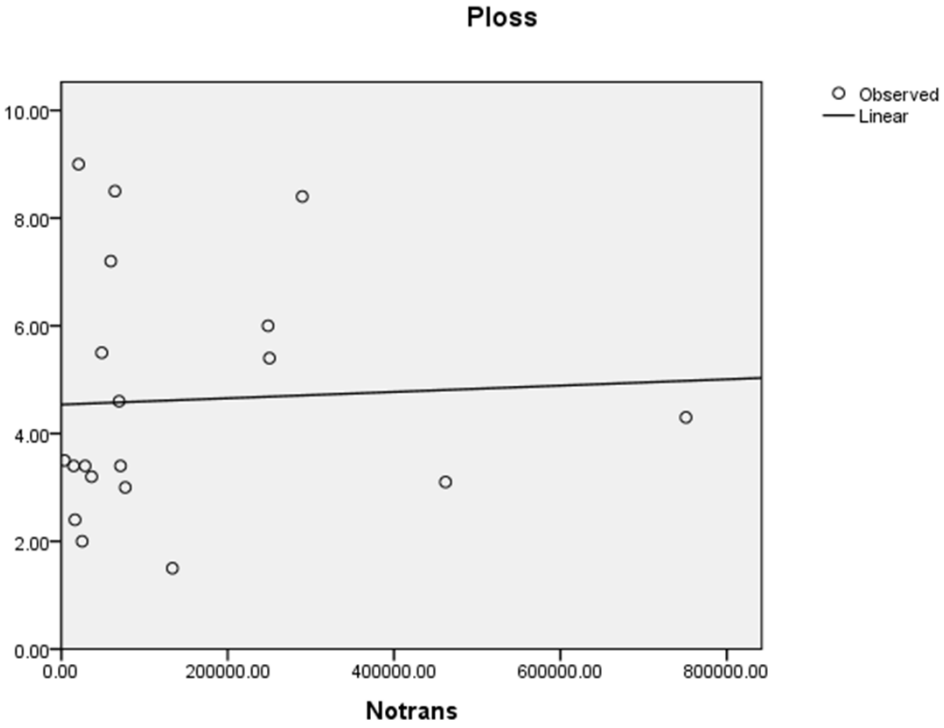
a. Predictors: (Constant), TWHperkm

b. Dependent Variable: Ploss

ارتباط بین تلفات شبکه توزیع و سطح ولتاژ فشار متوسط معنادار بوده و می‌توان از این پارامتر به عنوان شاخص ذاتی برای تلفات شبکه توزیع بهره برد.

# ارتباط منطقی میان پارامترهای تاثیرگذار و تلفات شبکه توزیع

## تاثیر تعداد ترانسفورمرهای توزیع بر روی تلفات شبکه توزیع




| R Square | R | |
|---|---|---|
| **0.002** | 0.049 | رابطه خطی |

ANOVA[b]

| Model | | Sum of Squares | df | Mean Square | F | Sig. |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | Regression | .226 | 1 | .226 | .041 | .841[a] |
| | Residual | 92.546 | 17 | 5.444 | | |
| | Total | 92.772 | 18 | | | |

a. Predictors: (Constant), Notrans

b. Dependent Variable: Ploss

در اینجا مشاهده می‌شود که مقدار شاخص **Sig.** به مراتب بیش از ۰.۰۵ می‌باشد (۰.۸۴۱) که نشان از بی معنی بودن ارتباط بین مقادیر می‌باشد.

# نتیجه تحلیل اولیه

با ملاحظه نتایج حاصل از تحلیل آماری، می‌توان دریافت که برای دو شاخص طول فیدر به مساحت تغذیه و تعداد ترانسفورماتورهای توزیع، ارتباط معنی‌داری با تلفات پیدا نشده است.

این می‌تواند بدان دلیل باشد که افزایش هر یک از این دو شاخص، ممکن است در هر دو جهت افزایش یا کاهش تلفات موثر باشد.

# ارتباط منطقی میان پارامترهای تاثیرگذار و تلفات شبکه توزیع

با توجه به تحلیل‌های انجام شده، می‌توان نتیجه گرفت که در این تحلیل سطح ولتاژ شبکه توزیع، نسبت خطوط فشارضعیف به طول کل خطوط و همچنین نسبت انرژی مصرفی به طول خطوط، بر روی مقدار تلفات شبکه توزیع تاثیر معنی‌داری دارند. بنابراین در قدم بعد، ارتباط تلفات با هر سه پارامتر بطور توام دیده می‌شود.

**Model Summary**

| Model | R | R Square | Adjusted R Square | Std. Error of the Estimate |
|---|---|---|---|---|
| 1 | .675[a] | .456 | .347 | .20205 |

a. Predictors: (Constant), TWHperkm, Voltage, Percentof1kV

**ANOVA[b]**

| Model | | Sum of Squares | df | Mean Square | F | Sig. |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | Regression | .513 | 3 | .171 | 4.186 | .024[a] |
| | Residual | .612 | 15 | .041 | | |
| | Total | 1.125 | 18 | | | |

a. Predictors: (Constant), TWHperkm, Voltage, Percentof1kV

b. Dependent Variable: Ploss

مشاهده می‌شود که در این حالت نیز شاخص Sig. مقداری کمتر از ۰.۰۵ دارد.

# ارتباط منطقی میان پارامترهای تاثیرگذار و تلفات شبکه توزیع

## الگوسازی میان تلفات شبکه توزیع و پارامترهای تاثیرگذار روی آن

Coefficients[a]

| Model | | Unstandardized Coefficients | | Standardized Coefficients | t | Sig. |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | B | Std. Error | Beta | | |
| 1 | (Constant) | .640 | .498 | | 1.285 | .218 |
| | Voltage | -.590 | .402 | -.294 | -1.470 | .162 |
| | Percentof1kV | .160 | .496 | .078 | .322 | .752 |
| | TWHperkm | .571 | .275 | .491 | 2.078 | .055 |

a. Dependent Variable: Ploss

$$\%P_{Loss} \propto \begin{cases} -0.590\times(V) \\ +0.160\times(\%\,\mathrm{LV}) \\ +0.571\times(\mathrm{TWH/\,km}) \end{cases}$$

- توجه شود که در این حالت، از اطلاعات پریونیت شده استفاده شده است و لذا ضریب هر پارامتر نشان دهنده میزان تاثیر آن پارامتر روی میزان تلفات می‌باشد.
- لذا در این تحلیل دو پارامتر سطح ولتاژ و انرژی مصرفی بر طول فیدر که دارای ضرایب بزرگتری هستند، تاثیر بیشتری روی تلفات دارند و شاخص نسبت طول فیدر فشارضعیف به طول کل فیدرها، دارای تاثیر کمتری می‌باشد.

# جمع‌بندی

در این مطالعه هدف بر آن بود که نشان داده شود، ارتباط معنی‌داری بین تلفات شبکه‌های توزیع و برخی پارامترهای مهم و ذاتی در شبکه‌های توزیع وجود دارد.

هر چند که شاخص‌های منتخب بسیار اندک بود، لکن با همین بضاعت اندک هم مفهوم مورد نظر به خوبی نشان داده شد.

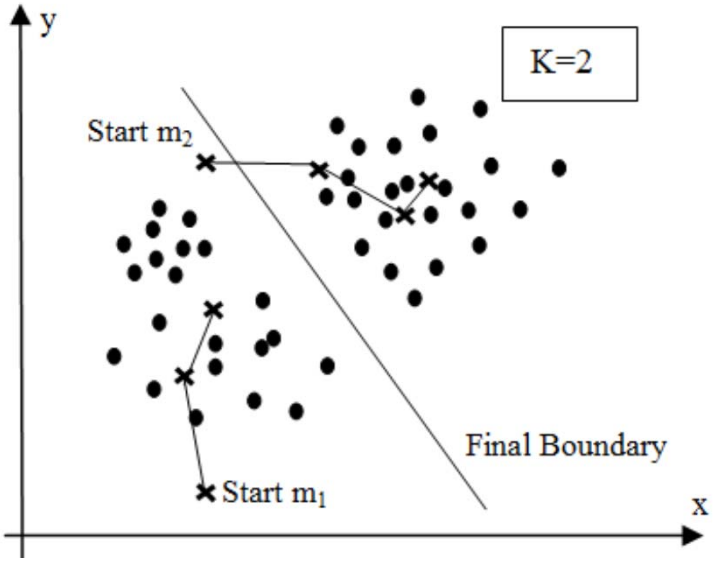
در ادامه مفهوم ناحیه‌بندی (Clustering) ارائه و سعی خواهد شد مفهوم کلی ناحیه‌بندی تلفات در شبکه توزیع بر اساس شاخص‌های ذاتی نشان داده شود.

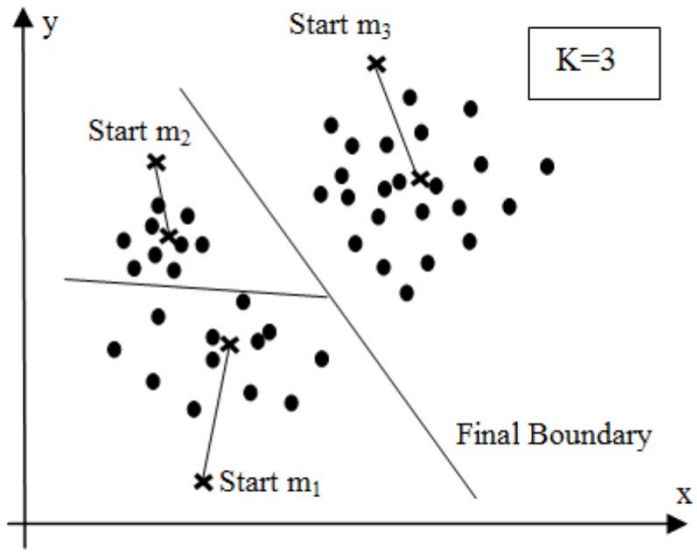
# بخش چهارم

# ناحیه‌بندی تلفات براساس اطلاعات کشورهای اروپایی

# ناحیه‌بندی براساس شاخص‌های موثر بر تلفات

- مفهوم ناحیه‌بندی کمک می‌کند تا تعداد مشخصی از ویژگی‌های هر پدیده، بر اساس نزدیکی به یکدیگر و اصطلاحاً همسان بودن، در دسته‌های مجزا قرار گیرند.
- الگوریتم ناحیه‌بندی $K_{means}$ روشی را برای دسته‌بندی پارامترهای مختلف بر اساس خصوصیات و ویژگی‌های آنها ارائه می‌کند.
- فرآیند دسته‌بندی با کمینه‌سازی جذر مجموع توان دوم فاصله بین پارامترها و مراکز دسته‌ها (فاصله اقلیدسی) بدست می‌آید.



# ناحیه‌بندی براساس شاخص‌های موثر بر تلفات

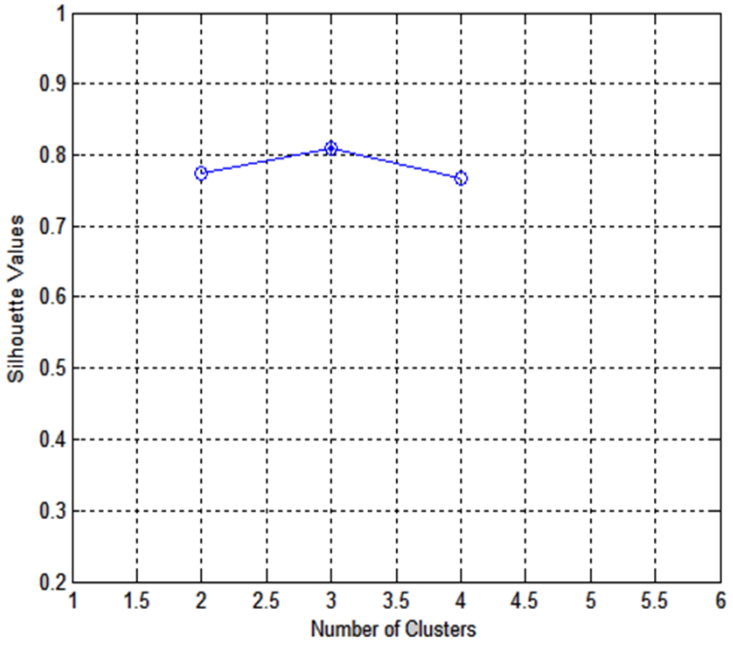
- برای یافتن تعداد دسته‌های بهینه از الگوریتم ضرایب silhouette بهره برده می‌شود.
- مقدار silhouette برای هر نمونه نشان می‌دهد که آن نمونه نسبت به نمونه‌های موجود در ناحیه‌های دیگر تا چه میزان به نمونه‌های موجود در ناحیه خود نزدیک است و شباهت دارد.

| ویژگی دسته‌بندی | محدوده SC |
|---|---|
| یک ساختار قوی و منسجم یافت شده است | 0.71 < SC < 1 |
| یک ساختار معقول و منطقی یافت شده است | 0.51 < SC < 0.7 |
| یک ساختار ضعیف یافت شده است | 0.26 < SC <0.5 |
| ساختار مناسبی یافت نشده است | SC< 0.26 |

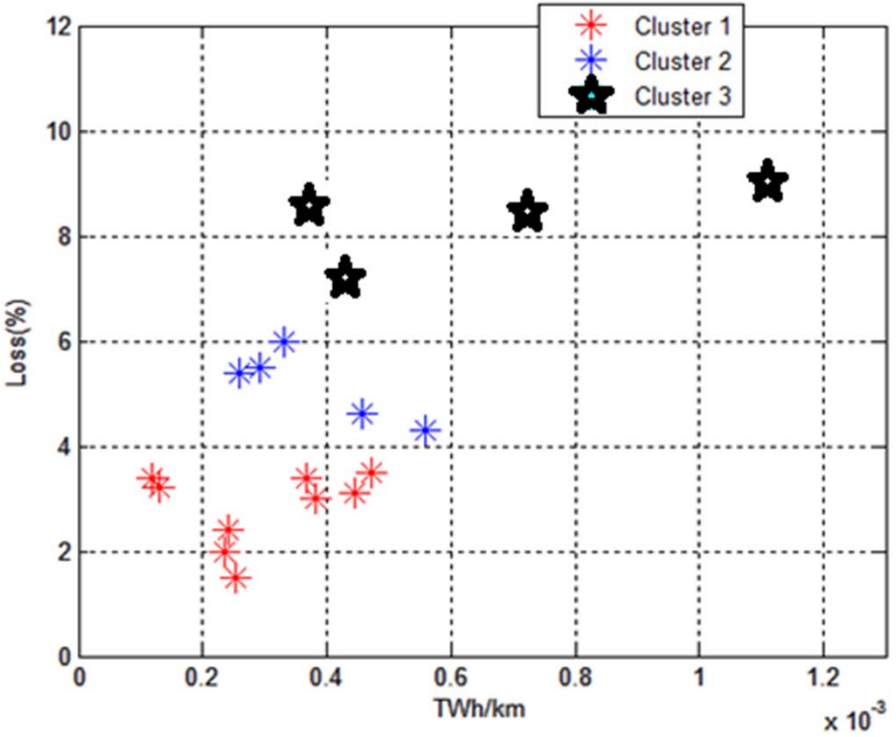
# نتایج عددی الگوریتم ناحیه‌بندی بر مبنای شاخص‌های موثر در تلفات

## ناحیه‌بندی تلفات با شاخص نسبت انرژی مصرفی به طول فیدر (TWh/km)

بیشترین مقدار SC برای ۳ ناحیه ($N_C$=۳) حاصل شده است.



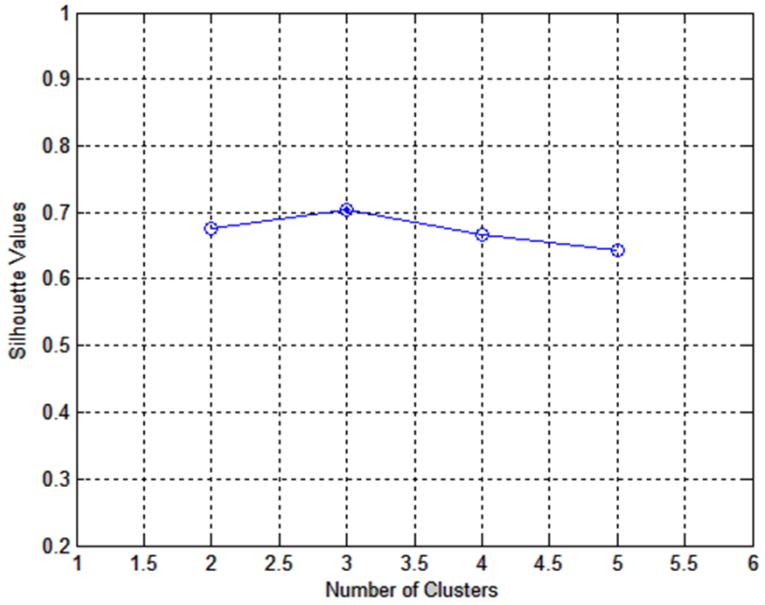

جواب بهینه ناحیه‌بندی تلفات با شاخص (TWh/km)



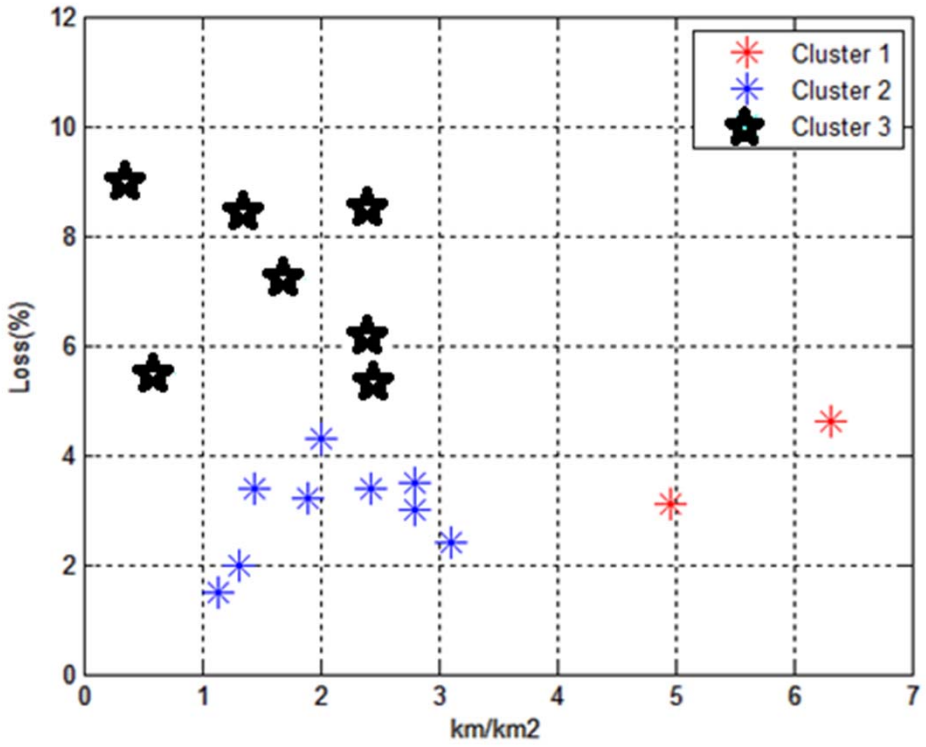
# نتایج عددی الگوریتم ناحیه‌بندی بر مبنای شاخص‌های موثر در تلفات

## ناحیه‌بندی تلفات با شاخص نسبت طول فیدر به سطح تغذیه (km/km2)

بیشترین مقدار SC برای ۳ ناحیه ($N_C$=۳) حاصل شده است.

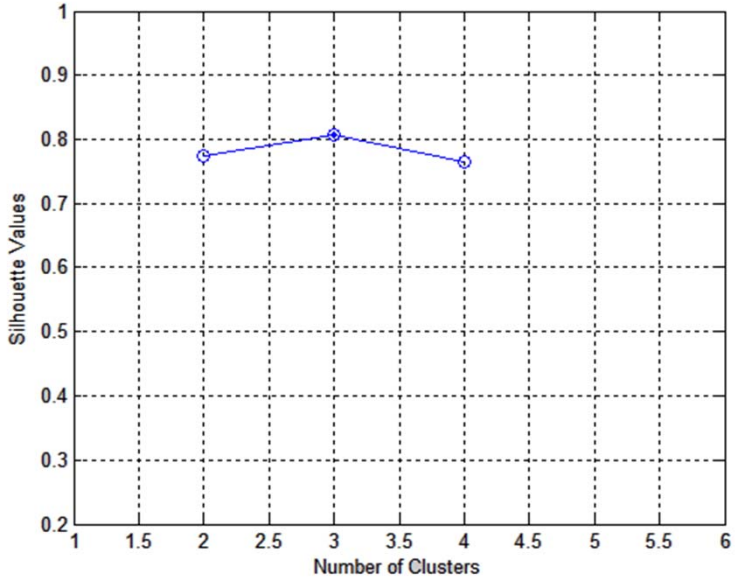



جواب بهینه ناحیه‌بندی تلفات با شاخص (km/km2)

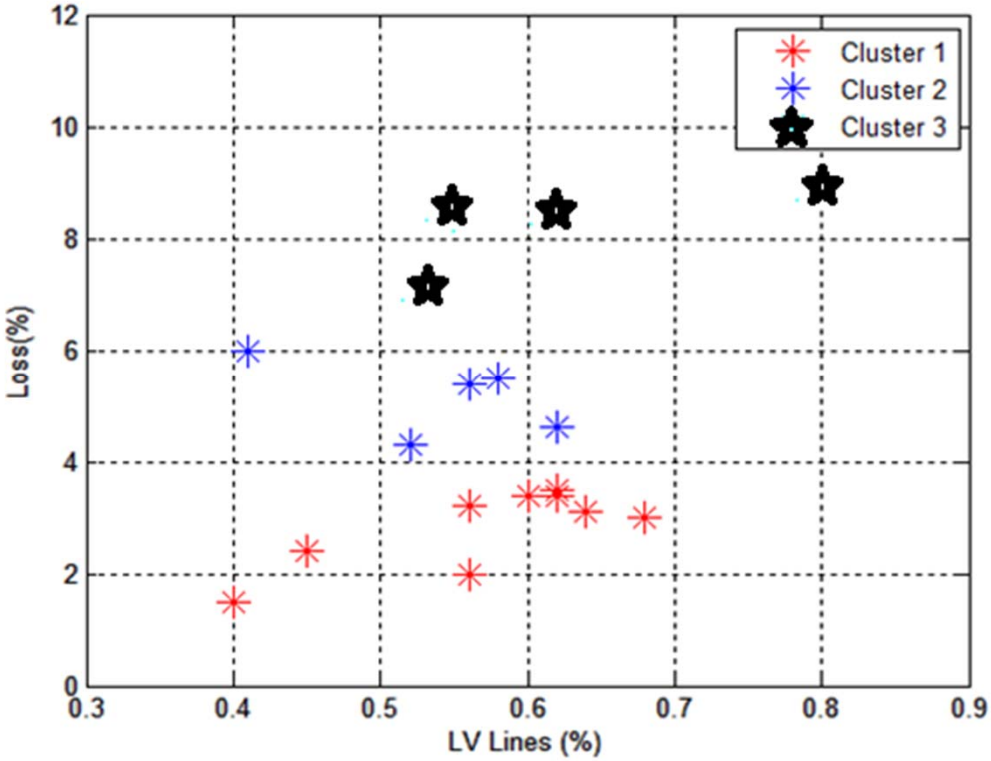


# نتایج عددی الگوریتم ناحیه‌بندی بر مبنای شاخص‌های موثر در تلفات

## ناحیه‌بندی تلفات با شاخص درصد خطوط LV به کل خطوط



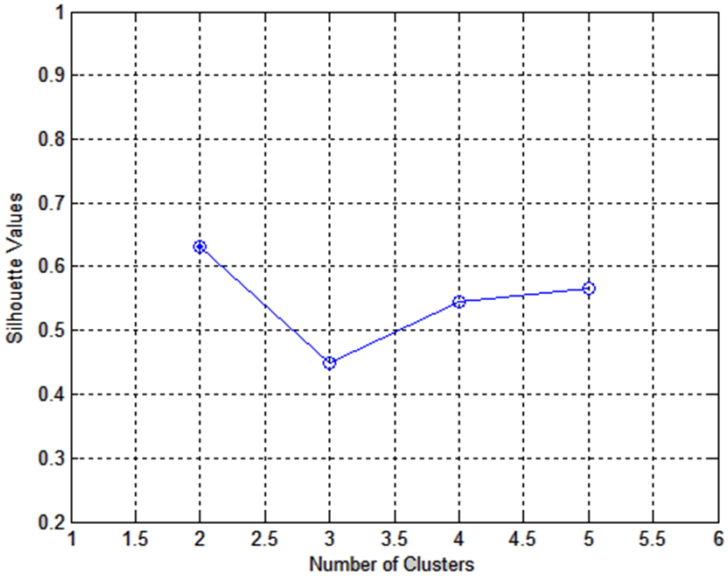

بیشترین مقدار SC برای ۳ ناحیه ($N_C$=۳) حاصل شده است.



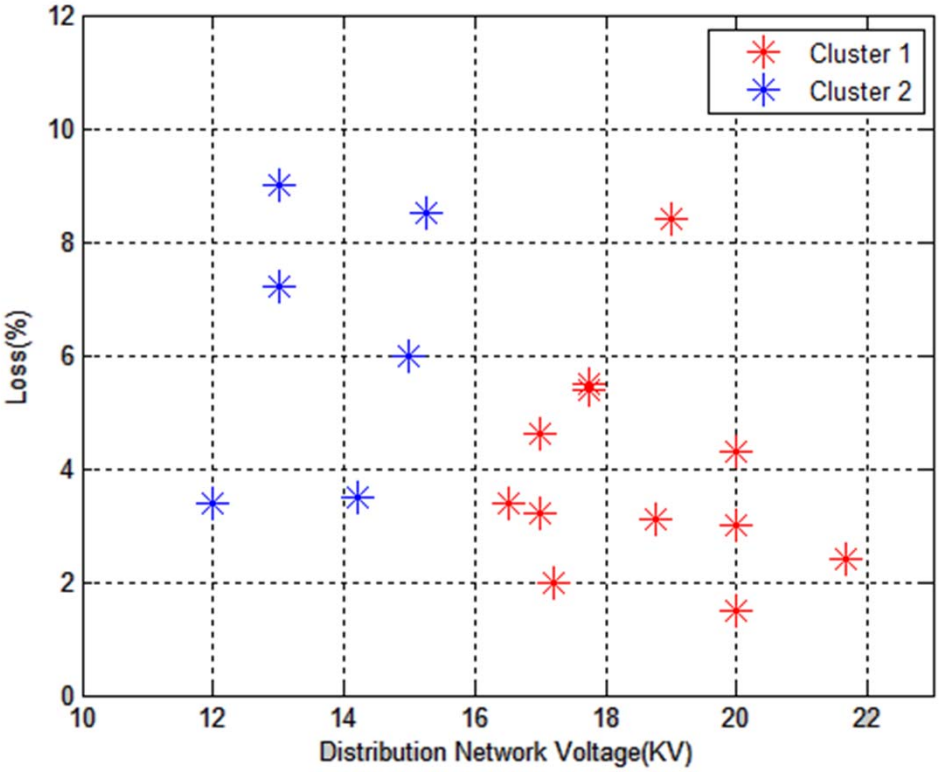

جواب بهینه ناحیه‌بندی تلفات با شاخص درصد خطوط LV

# نتایج عددی الگوریتم ناحیه‌بندی بر مبنای شاخص‌های موثر در تلفات

## ناحیه‌بندی تلفات با شاخص سطح ولتاژ شبکه توزیع (kV)



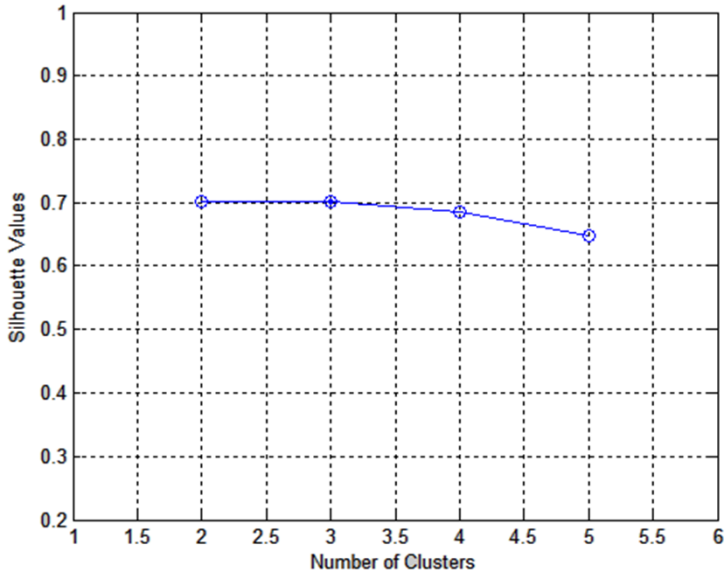

بیشترین مقدار SC برای ۲ ناحیه ($N_C$=۲) حاصل شده است.



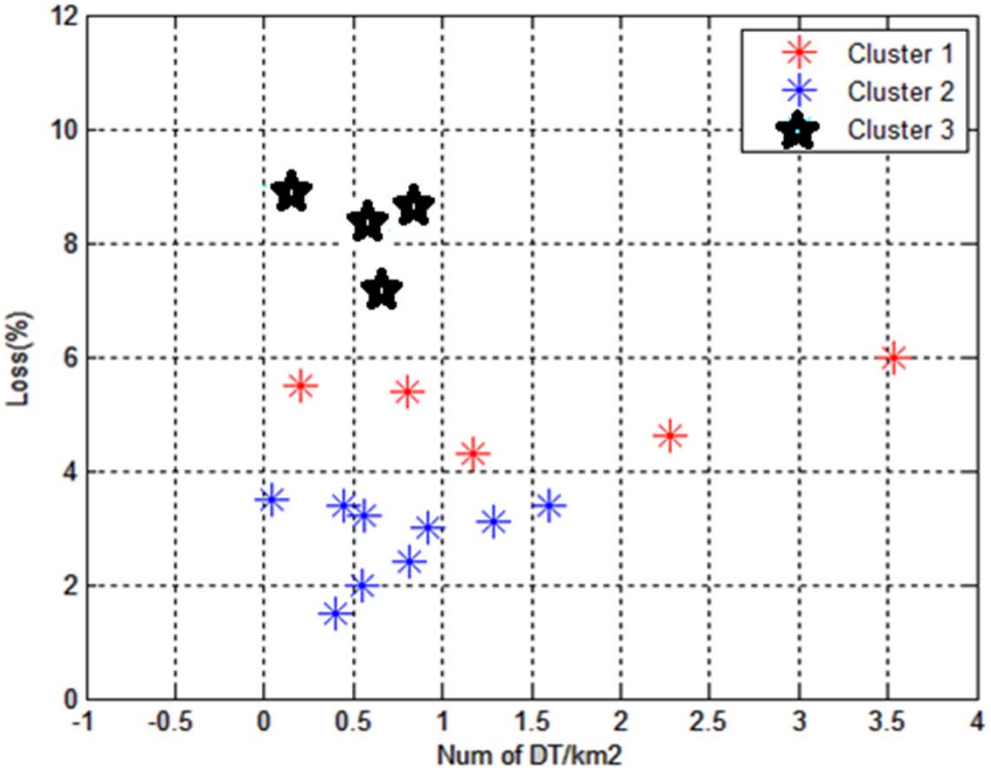

جواب بهینه ناحیه‌بندی تلفات با شاخص سطح ولتاژ شبکه توزیع (kV)

# نتایج عددی الگوریتم ناحیه‌بندی بر مبنای شاخص‌های موثر در تلفات

## ناحیه‌بندی تلفات با شاخص تعداد ترانس‌های شبکه توزیع بر سطح تغذیه (Num_DT/km2)




بیشترین مقدار SC برای ۳ ناحیه ($N_C$=۳) حاصل شده است.




جواب بهینه ناحیه‌بندی تلفات با شاخص (Num_DT/km2)

# نتایج عددی الگوریتم ناحیه‌بندی بر مبنای شاخص‌های موثر در تلفات

## مقادیر SC ناحیه‌بندی تلفات برای هر یک از ۵ شاخص تلفات

| شاخص | SC |
|---|---|
| TWh/km | ۰.۸۲ |
| درصد خطوط LV | ۰.۸۰ |
| km/km2 | ۰.۷۱ |
| Num_DT/km2 | ۰.۷۱ |
| سطح ولتاژ شبکه توزیع(kV) | ۰.۶۲ |

# نتایج عددی الگوریتم ناحیه‌بندی بر مبنای شاخص‌های موثر در تلفات

## ناحیه‌بندی تلفات با همه ۵ شاخص تلفات

| ناحیه | کشور | میانگین / انحراف استاندارد | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | تلفات | شاخص $10^{-3}$*(TWh/km) | شاخص (km/km2) | شاخص درصد خطوط LV | شاخص ولتاژ شبکه توزیع(kV) | شاخص (Num_DT/km2) |
| یک | جمهوری چک | ۶.۲۶<br>۲.۴۱ | ۰.۴۷۱۷<br>۰.۳۳۵۳ | ۱.۸۵<br>۰.۸۷ | ۰.۶<br>۰.۱۲ | ۱۳.۷۴<br>۱.۲۸ | ۱.۳۱۶۴<br>۰.۹۰۸۴ |
| | مجارستان | | | | | | |
| | ایرلند | | | | | | |
| | لتونی | | | | | | |
| | پرتغال | | | | | | |
| | رومانی | | | | | | |
| دو | اتریش | ۳.۹<br>۱.۸۹ | ۰.۳۶۱۷<br>۰.۱۶۵۰ | ۲.۵۳<br>۱.۶۴ | ۰.۵۶<br>۰.۰۷۷ | ۱۸.۵۵<br>۱.۶۰ | ۰.۹۲۷۵<br>۰.۵۷۹۸ |
| | بلژیک | | | | | | |
| | قبرس | | | | | | |
| | استونی | | | | | | |
| | فنلاند | | | | | | |
| | فرانسه | | | | | | |
| | آلمان | | | | | | |
| | بریتانیا | | | | | | |
| | لیتوانی | | | | | | |
| | لهستان | | | | | | |
| | اسلوونی | | | | | | |
| | اسپانیا | | | | | | |

# نتایج عددی الگوریتم ناحیه‌بندی بر مبنای شاخص‌های موثر در تلفات

## ناحیه‌بندی تلفات با همه ۴ شاخص تلفات (بدون سطح ولتاژ شبکه توزیع)

| ناحیه | کشور | میانگین / انحراف استاندارد | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | تلفات | شاخص $10^{-3}$*(TWh/km) | شاخص (km/km2) | شاخص درصد خطوط LV | شاخص (Num_DT/km2) |
| یک | بلژیک | ۳.۸۵ | ۰.۴۵ | ۵.۶۴ | ۰.۶۳ | ۱.۷۸ |
| | آلمان | ۱.۰۶ | ۰.۰۰۰۰۸۴ | ۰.۹۶ | ۰.۰۱۴ | ۰.۶۹ |
| دو | اتریش | ۲.۹۶<br>۰.۸۵ | ۰.۳<br>۰.۱۵ | ۲.۱<br>۰.۷۱ | ۰.۵۵<br>۰.۰۸ | ۰.۷۱<br>۰.۴۶ |
| | قبرس | | | | | |
| | جمهوری چک | | | | | |
| | استونی | | | | | |
| | فنلاند | | | | | |
| | فرانسه | | | | | |
| | لتونی | | | | | |
| | لیتوانی | | | | | |
| | اسلونی | | | | | |
| سه | بریتانیا | ۷.۱۴<br>۱.۵۲ | ۰.۵<br>۰.۳ | ۱.۶۲<br>۰.۸۷ | ۰.۵۷<br>۰.۱۱ | ۰.۹۳<br>۱.۱۷ |
| | مجارستان | | | | | |
| | ایرلند | | | | | |
| | لهستان | | | | | |
| | پرتغال | | | | | |
| | رومانی | | | | | |
| | اسپانیا | | | | | |

# پهنه‌بندی تلفات در کشورهای اروپایی

NRI

# با سپاس از حسن نظر و توجه

# پرسش و پاسخ

www.nri.ac.ir